

углеводородов загрязняющих почвы в регионе Западной Сибири // Вестник науки Сибири. 2014. № 1 (11). С. 6-10.

6. Логинов О.Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений / О.Н. Логинов, Н.Н. Силищев, Т.Ф. Бойко, Н.Ф. Галимзянова. – Уфа: Гос. изд. научно-тех. литературы «Реактив», 2000. – 100 с.

## УСТОЙЧИВОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

*Эркинбеков У.Э.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Романенко С.В., д.х.н., заведующий кафедрой  
экологии и безопасности жизнедеятельности*

### Введение

Во многих странах мира существует необходимость строительства зданий и сооружений в сейсмически опасных районах. Опыт всех последних разрушительных землетрясений и анализ их последствий свидетельствует о том, что проблема надежной сейсмозащиты граждан и их жилища до сих пор так и не решена.

Как показали трагические события в г. Кобе при землетрясении в январе 1995 года, строительство здания в точном соответствии с требованиями сейсмических норм вовсе не гарантирует его неразрушимость при сейсмическом воздействии ниже расчетного уровня. Тем не менее, сейсмоустойчивые здания должны не только однократно выдержать сильное землетрясение, спасти жизни людей, но быть способными дальше функционировать и продолжать выдерживать новые толчки, без повреждения несущих конструкций и систем жизнеобеспечения.

Принцип этого процесса состоит в следующем: на каждое конкретное разрушающее воздействие строительные конструкции реагируют адекватно ему — в них появляется совокупность различных трещин определенного вида. Совокупность трещин характеризуется их типом, расположением, направлением и т.д.

Часто встречается тип сейсмических разрушений, когда здания или их части вырезаются вертикальными плоскостями, оставляя абсолютно нетронутыми соседние части. Локальные разрушения такого типа не только опровергают резонансно-колебательную модель и подтверждают волновую, но и говорят о наличии в грунте особых узких волноводов, которые обладают низким сопротивлением для распространения

сейсмических ударных волн. Эти волноводы открыты геологами В.И. Дивановым и А.Н. Русановым. Задача воспроизведения воздействия по характеру разрушения очень сложна и не имеет однозначного решения.

Анализ теорий сейсмических разрушений. Поскольку акселерограммы землетрясений являются базовыми характеристиками сейсмического воздействия, их по праву можно назвать основой многих научных исследований в области антисейсмического проектирования объектов жизнедеятельности человека, а значит важным фактором сейсмической безопасности. Однако, движения грунта, фиксируемые приборами при землетрясениях (с ускорением в несколько долей  $g$ ), не могут вызывать чисто сдвиговые разрушения конструкций. Это подтверждается всеми экспериментами по испытанию моделей зданий на сейсмоплатформах при точном воспроизведении сейсмических колебаний грунта. В то время как согласно резонансно-колебательной модели причиной всех сейсмических разрушений строительных конструкций являются вынужденные колебания вызванные движением грунта, фиксируемым акселерометрами, а, следовательно, разрушения вызываются ускорениями, не превышающими ускорений порядка долей  $g$ .

Низкочастотные колебания грунта должны вызывать в каркасных зданиях изломы железобетонной колонны возле их заземленных концов с образованием изгибных пластических шарниров. Вместо этого в железобетонных колоннах всегда возникает лишь срез по косым трещинам в пролете колонны, вдали от ее концов. Для гибких элементов при квазистатических нагрузках возможно только лишь изгибное разрушение путем их излома. Это подтверждают и многочисленные эксперименты колебательного сейсмического воздействия на модели каркасных зданий. При этом колонны в этих моделях всегда разрушались только путем излома в пластических шарнирах возле заземленных концов, но никогда не возникали косые трещины в пролете колонны. Срез железобетонных колонн без излома, столь распространенный при землетрясениях, возможен лишь при импульсных квазиударных воздействиях.

Концепция мониторинга сейсмического разрушения зданий и сооружений. В ряде работ впервые были собраны и проанализированы многочисленные данные о свойствах и закономерностях сейсмических разрушений зданий. В результате такого анализа был сделан вывод о том, что первые трещины в конструкциях при сейсмических воздействиях возникают не в самых напряженных местах: гибкие элементы разрушаются без излома и изгибных трещин — в них появляются сдвиговые трещины. Исследования показали, что при

землетрясениях возникают разрушения, которые не могут быть вызваны низкочастотными колебаниями и которые невозможно объяснить в рамках колебательной модели сейсмического разрушения зданий.

Сделать цифровую запись акселерограммы землетрясения, при современном уровне техники, не представляет технической сложности: при наличии встроенного акселерометра и необходимого программного оснащения, специализированное устройство с дистанционной активацией. С его помощью становится возможной цифровая запись акселерограмм и возможность их обработки с целью получения спектральной характеристики и максимальных ускорений, при этом появляется возможность их пересылки по эфиру заинтересованным службам, размещения в сети Интернет, использования в анализе сейсмостойкости зданий, новых и подвергнувшихся землетрясению.

Установка ударных датчиков и первичных регистрирующих преобразователей с энергонезависимой памятью производится непосредственно на несущих конструкциях (стенах, колоннах), при этом необходимо предусмотреть конструкцию корпуса регистратора неподвергающуюся разрушению при завале здания.

Таким образом, для создания общей базы данных и составления полноценной информации о разрушительных ускорениях грунта, вызывающих разрушения зданий, необходима установка современных датчиков ударного типа, способных с высоким разрешением фиксировать квазиударную волну и ударные колебания здания с ускорением до  $g \times 105$ . Например, для этих целей подходит ударный пьезоэлектрический вибропреобразователь (см. табл. 1) для измерения высокоинтенсивных вибрационных и ударных ускорений объектов в составе диагностических систем и при лабораторных исследованиях.

Первичные измерительные преобразователи, использующие прямой пьезоэффект, имеют ряд достоинств, таких как помехозащищенность, возможность работы на длинных соединительных линиях, высокая линейность характеристик, широкие динамические и частотные диапазоны, простота конструкции и высокая надежность при эксплуатации.

Однако до сих пор на сейсмостанциях применяют во многом устаревшие сейсмографы, разработанные много десятилетий назад, а качественные записи акселерограмм землетрясений являются очень большой редкостью. Если акселерограммы и записывают, то лишь на сейсмостанциях и, как правило, вдалеке от разрушенных населенных пунктов, поэтому поиск этих записей представляет определенную трудность.

1. Основные характеристики ударного пьезоэлектрического преобразователя вибропреобразователя типа АР-12

Наименование	Диапазон	Размерность
Амплитудный диапазон	$\pm 7 \times 10^5$ (70 000)	м/с <sup>2</sup> (g)
Максимальный удар	$\pm 1 \times 10^6$ (100 000)	м/с <sup>2</sup> (g)
Частотный диапазон ( $\pm 1$ дБ)	2...50 000	Гц
Масса	2.8	г

1. Основные характеристики ударного пьезоэлектрического преобразователя вибропреобразователя типа АР-12

Таким образом, основная причина разрушения сейсмостойких зданий состоит не в низком качестве строительных материалов, несоблюдении технологии строительства, и не в просчетах проектировщиков, а в ошибочности самой теории разрушений. Тотальное использование лишь маятниковых приборов завело в тупик официальную сейсмическую науку и сделало неэффективной существующую стратегию сейсмозащиты.

### Выводы

В работе определена концепция измерительного комплекса для мониторинга сейсмического разрушения зданий и сооружений для установления однозначной связи между сейсмическим воздействием и типом разрушений. Развитие работы позволит выработать рекомендации по увеличению сейсмической устойчивости зданий и сооружений на основе анализа акселерограмм высокого разрешения, полученных с помощью пьезоэлектрических датчиков ударного типа.

### Список информационных источников

- 1.Ордобаев Б.С. Сейсмическая прочность зданий. –Б.: Айат. – 2012. – 92 с.
- 2.Хахо И.Х. Динамическая коррекция сейсмических сигналов в задаче анализа качества и надежности электрооборудования // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313. – № 5. С. 138-143.
- 3.Smironov S.B. Discordances between real seismic destruction and present calculation // international Civil Defense Journal. – 1994. – №4. P. 75-79.
- 4.Smironov S.B. Seismic shears of buildings are results of output of soil thickness clisplaced by abyssal seismic waves // The integrated scientific Journal. – 2009. – №7. P. 64-68.